

(19)



(11)

EP 2 746 462 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.06.2014 Patentblatt 2014/26

(51) Int Cl.:
E02D 13/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13199206.7**

(22) Anmeldetag: **20.12.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Maritime Offshore Group GmbH**
28355 Bremen (DE)

(72) Erfinder: **Reales Bertomeo, Emilio**
27367 Horstedt (DE)

(30) Priorität: **21.12.2012 DE 202012012251 U**

(74) Vertreter: **Eisenführ Speiser**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbH
Postfach 10 60 78
28060 Bremen (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen, mit einer oder mehreren Fluid-Düsen (2) zur Abgabe von Gas oder Gas enthaltender Flüssigkeit zur Erzeugung von Gasblasen mit einer unter Was-

ser einsetzbare Einrichtung (4) zur Führung der von den Fluid-Düsen (2) erzeugten Gasblasen sowie ein Verfahren zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen.

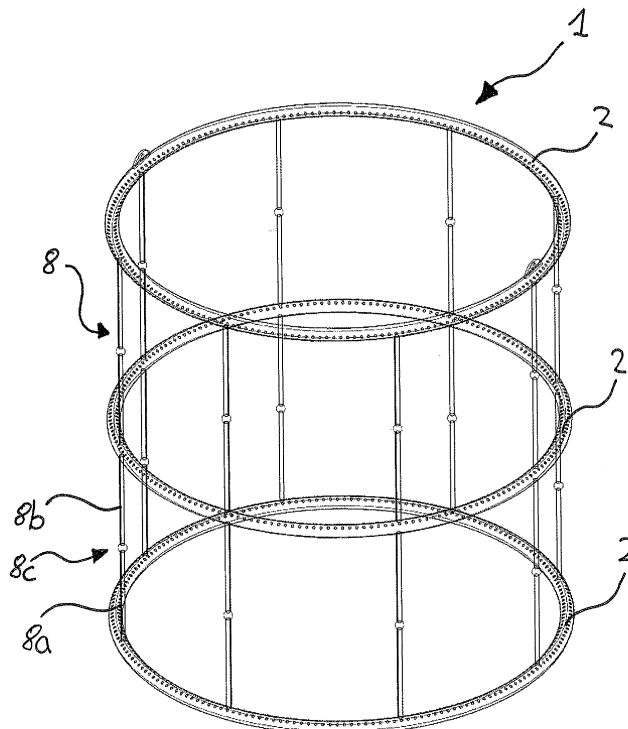


Fig. 1

EP 2 746 462 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen mit mehreren Fluid-Düsen zur Abgabe von Gas oder Gas enthaltender Flüssigkeit zur Erzeugung von Gasblasen.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen bei dem Gasblasen aus mindestens einer, vorzugsweise mehreren Fluid-Düsen in das See-Wasser abgegeben werden.

[0003] Der Wind-Offshore Markt hat heute nennenswerte Probleme die geforderte Schallschutzzgrenze von 160 dB bei Rammarbeiten von Pfählen zur Gründung der Windkraftanlagenfundamente einzuhalten.

[0004] In bekannten Verfahren wird mit großem Aufwand ein offener Blasenvorhang durch eine am Seeboden ringförmig um die Baustelle herum verlegte Luftleitung erzeugt. Aus in regelmäßigen Abständen zueinander installierten Öffnungen strömt aus einem Kompressor an der Oberfläche stammende Pressluft aus. Dieser Blasenvorhang ist jedoch vor allem in Gezeitenströmungen ausgesetzten Gewässern instabil und somit zur Reduktion der Schallimmissionen in derartigen Gewässern nicht ohne Weiteres einsetzbar.

[0005] In den betroffenen Windkraftaufbaugebieten treten vor allem bei Flut oft Gezeitenströme mit Geschwindigkeiten von 1,55 Meter pro Sekunde (ca. 5,58 km/h) auf. Derartige Strömungen wirken sich auf Blasenvorhänge bei den vorhandenen Wassertiefen von 25 bis 40 Metern desaströs aus.

[0006] Es wurden daher nur geringe Lärmdämpfungen von nur einigen dB erreicht, wobei die Ausgangsschallstärke beim Rammen über 180 dB (gemessen in 750 Meter Entfernung) erreichen kann. Die erreichte Schalldämpfung ist zum Schutz der Umwelt, vor allem der Meeresäuger, zu gering.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es folglich, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen anzugeben, welche eine effektivere und zuverlässigere Reduktion auch unter schwierigen Wetterbedingungen und/oder Strömungsverhältnissen unter Wasser ermöglichen.

[0008] Die Erfindung löst die Aufgabe in einem ersten Aspekt mit einer Vorrichtung der eingangs genannten Art, welche eine unter Wasser einsetzbare Einrichtung zur Führung der von den Fluid-Düsen erzeugten Gasblasen aufweist. Mittels der Einrichtung zur Führung der Gasblasen wird ein feiner Blasenschleier erzeugt, welcher entstehenden Schall wirksam dämpft. Zusätzlich kann es außerdem durch die im Wasser gelösten natürlichen Mineralien und Eiweißstoffe zur Schaumbildung kommen, wodurch die Dämpfungseigenschaften des er-

zeugten Blasenschleiers weiter erhöht werden. Die Fluid-Düse oder die Fluid-Düsen sind vorzugsweise ringförmig ausgebildet. Der Außendurchmesser einer ringförmigen Fluid-Düse liegt vorzugsweise in einem Bereich von 5 bis 50 Metern. Insbesondere beim Rammen einer Uferbefestigung können jedoch auch nicht-ringförmige Geometrien bevorzugt sein. Das Gas wird beispielsweise über mindestens einen Anschluss in die Fluid-Düse(n) eingeleitet.

[0009] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Einrichtung zur Führung der Gasblasen mindestens einen Vorhang oder ein Führungssegment auf. Die aus den Fluid-Düsen aufsteigenden feinen Blasenströme haften an dem Vorgang oder dem Führungssegment zumindest temporär an und verlangsamen dadurch ihren Aufstieg zur Oberfläche, obwohl ein gewisser Anteil auch frei aufsteigen kann. Durch die am Vorhang oder an dem Führungssegment anhaftenden Luftblasen entsteht eine Wand mit vielen Luftbläschen, die gegen entstehenden Schlaglärm einen isolierenden Blasenvorhang bilden. Dabei werden der gegenüber dem Wasser abweichende Schallbrechungsindex sowie die unterschiedlichen Schallausbreitungsgeschwindigkeiten beider Medien ausgenutzt. Der Schall wird durch den Blasenvorhang zu einem großen Teil reflektiert und im Folgenden an Energie verlieren. Ein anderer Teil des Schalls wird beim Durchdringen des Blasenvorhangs und des Vorhangs oder des Führungssegments erhebliche Schallenergie einbußen erleiden. Die Anzahl der Vorhänge und Führungssegmente ist nicht auf einen begrenzt. Auch eine Vielzahl von Vorhängen oder Führungssegmenten kann bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung Anwendung finden.

[0010] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht der Vorhang oder das Führungssegment aus einem solchen Material und/oder ist derart dimensioniert, dass im Wasser aufsteigende oder sich bewegende Gasblasen im Wesentlichen durch den Vorhang oder das Führungssegment aufgehalten werden, während im Wesentlichen quer zur Oberfläche des Vorhangs oder des Führungssegments strömendes Wasser mindestens teilweise durch den Vorhang oder das Führungssegment hindurchtreten kann. Diese Durchlässigkeitsselektivität gewährleistet einerseits die Bündelung, Begrenzung und Leitung der Gasblasen bzw. des Gasblasenstroms innerhalb des Vorhangs oder des Führungssegments und macht andererseits die Vorrichtung aufgrund der Wasserpermeabilität, die das Durchströmen mindestens eines Teils des auf den Vorhang oder das Führungselement treffenden Wassers erlaubt, robust gegen Meeresströmungen, wie sie durch Gezeiten, starke Winde und/oder Schiffsverkehr verursacht werden.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist der Vorhang eine Gewebestruktur auf. Alternativ oder zusätzlich umfasst der Vorhang in einer weiteren Ausführungsform

mindestens eine der folgenden Komponenten: Metallische Fasern, Kunststofffaser, Stofffasern, mineralische Werkstoffe, Neoprengewebe, Kunststoffolie. Die Gewebestruktur kann beispielsweise zwei- oder mehrlagig gespannte, dehnsteife und/oder kriecharme Bewehrungsgewebe, wahlweise mit einseitig aufgenadeltem Vliesstoff, vorzugsweise aus PET Material aufweisen. Die Lagen können jeweils in Abständen von 10 cm oder mehr zueinander aufgespannt sein.

[0012] Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist ein HalteGerüst auf, an dem der Vorhang oder das Führungssegment befestigbar ist. Das HalteGerüst ist vorzugsweise rund, kann aber auch jede andere funktionsgerechte geometrische Form besitzen. Das Halte-Gerüst weist vorzugsweise Streben auf, welche weiter vorzugsweise Fluid-Düsen aufweisen. In dieser Ausführungsform werden durch die Fluid-Düsen des Halte-Gerüsts ebenfalls Gasblasen erzeugt, welche den Schall dämpfen. In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Halte-Gerüst Gelenke auf, derart ausgebildet, dass das Halte-Gerüst bzw. die gesamte Vorrichtung zusammengefaltet werden kann.

[0013] Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass das Halte-Gerüst derart ausgebildet ist, dass der Vorhang oder das Führungssegment sich im betriebsgemäßen Zustand im Wesentlichen in vertikaler Richtung erstreckt. Zusätzlich oder alternativ weist der Vorhang oder das Führungssegment eine im Wesentlichen zylindrische Form und/oder mehrere an dem Halte-Gerüst angeordnete Fluid-Düsen auf. Besonders bevorzugt sind die mehreren Fluid-Düsen vertikal voneinander beabstandet an dem Halte-Gerüst angeordnet.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist die Einrichtung zur Führung der Gasblasen zwei zueinander beabstandete, insbesondere im montierten Zustand im Wesentlichen konzentrisch zueinander angeordnete Vorhänge oder Führungssegmente auf, wobei die Fluid-Düsen relativ hierzu derart angeordnet sind, dass die Gasblasen in den Zwischenraum zwischen den zwei beabstandeten Vorhängen oder Führungssegmenten einbringbar sind.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Fluid-Düsen relativ zu den konzentrisch zueinander angeordneten Vorhängen derart angeordnet, dass die Gasblasen in dem Zwischenraum zwischen den zwei beabstandeten Vorhängen oder Führungssegmenten erzeugt werden, insbesondere in diesem aufsteigen.

[0016] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weisen die Fluid-Düsen einen Zuführkanal und eine Vielzahl von mit diesem Zuführkanal kommunizierenden Austrittsöffnungen auf. Die Gesamtheit der Austrittsöffnungen bildet vorzugsweise eine Siebstruktur aus, welche für Bildung sehr vieler Luftblasen sorgt. Zusätzlich oder alternativ sind die Fluid-Düsen Rohr-förmig ausgebildet und die

Austrittsöffnungen sind entlang einer Reihe an dem Rohr angeordnet.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind mehrere Fluid-Düsen beabstandet zueinander, insbesondere vertikal beabstandet zueinander angeordnet. Durch die vertikale Beabstandung mehrerer Fluid-Düsen können mehrere, vorzugsweise sich ergänzende Gasblasenschleier erzeugt werden, sodass durch einen im Wesentlichen durchgängigen Gasblasenschleier zwischen Meeresboden und Meeresoberfläche entstehender Schall effektiv gedämpft werden kann.

[0018] Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird ferner dadurch vorteilhaft weitergebildet, dass mehrere ringförmige Fluid-Düsen übereinander angeordnet sind und zwei zueinander beabstandete zylindrische Vorhänge von diesen gehalten werden.

[0019] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen gelöst, welche mindestens einen Vorhang aufweist, welcher dazu ausgebildet ist Schallimmissionen unter Wasser zu dämpfen, wobei der Vorhang vorzugsweise gemäß einer vorstehend beschriebenen Ausführungsform und/oder gemäß Anspruch 3 und/oder 4 ausgebildet ist.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst der Vorhang mehrere Bahnsegmente, wobei die Gesamtheit der mehreren Bahnsegmente einen geschlossenen Vorhang ausbilden. Vorzugsweise erstrecken sich die Bahnsegmente im montierten Zustand der Vorrichtung in vertikaler Richtung, d. h. zwischen dem Meeresboden und der Meeresoberfläche. Vorzugsweise überschneiden sich Abschnitte der mehreren Bahnsegmente derart, dass diese eine Überdeckung ausbilden, welche das Durchdringen von Gasblasen zwischen den Bahnsegmenten im Wesentlichen verhindert.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist ein oder mehrere Auftriebselemente auf, welche an dem Vorhang oder dem Führungssegment befestigt sind, wobei mehrere Auftriebselemente durch Koppelglieder koppelbar sind. Bei im Wesentlichen zylindrisch ausgebildeten Vorhängen oder Führungssegmenten sind die Auftriebselemente an der der Wasseroberfläche zugewandten Stirnseite des Vorhangs oder des Führungselements befestigt.

[0022] Es ist ferner bevorzugt, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Sinkeinrichtung aufweist, welche an dem Vorhang oder dem Führungssegment befestigt und dazu ausgebildet ist, den Sinkvorgang der Vorrichtung in Richtung des Meeresgrunds zu unterstützen. Insbesondere durch ein Zusammenwirken der Auftriebselemente mit der Sinkeinrichtung kann der Vorhang oder das Führungssegment in vertikaler Richtung zwischen Meeresgrund und Meeresoberfläche gespannt werden.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist der Vor-

hang ein Außensegment und ein Innensegment auf, wobei zwischen dem Außensegment und dem Innensegment eine Vielzahl von Dämpfungselementen angeordnet ist. Vorzugsweise sind die Dämpfungselemente zumindest teilweise aus Gel ausgebildet und/oder im Wesentlichen kugelförmig. Sowohl eine kugelförmige Geometrie als auch die Ausbildung aus einem Gel-Material wirken sich positiv auf die Schalldämpfungseigenschaften des Vorhangs aus.

[0024] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner durch einen Vorhang für die Verwendung in einer Vorrichtung zur Reduktion der Schallimmission bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen gelöst, wobei der Vorhang gemäß einer vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen, insbesondere gemäß Anspruch 3, 4, 13 und/oder 16 ausgebildet ist.

[0025] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner bei einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, indem die Gasblasen von mindestens einer Einrichtung zur Führung der Gasblasen geführt werden. Hinsichtlich der Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwiesen.

[0026] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Gasblasen von mindestens einem Vorhang oder Führungssegment geführt. Vorzugsweise werden die Gasblasen in einem Zwischenraum zwischen zwei beabstandeten Vorhängen oder Führungssegmenten geführt.

[0027] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Gasblasen mit mindestens einer, vorzugsweise mehreren im Wesentlichen ringförmigen Fluid-Düsen erzeugt und bilden einen ringförmigen, vorzugsweise im Wesentlichen zylindrischen Vorhang aus Gasblasen, wobei vorzugsweise mehrere vertikal übereinander angeordnete ringförmige Fluid-Düsen mehrere ringförmige Vorhänge aus Gasblasen bilden.

[0028] Die Erfindung ist nachstehend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Reduktion der Schallemissionen bei Rammarbeit auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen;

Fig. 2 einen Abschnitt einer erfindungsgemäßen im Wesentlichen ringförmigen Fluid-Düse mit mehreren Austrittsöffnungen zur Abgabe von Gas oder gasenthaltender Flüssigkeit;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Reduzierung der Schallimmissionen bei Rammarbeit auf See zur Gründung von Fundamenten von Off-

shore-Windkraftanlagen;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Reduzierung der Schallimmissionen bei Rammarbeit auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen; und

Fig. 5 einen Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Vorhangs.

[0029] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen. Drei ringförmige Fluid-Düsen 2 sind konzentrisch übereinander bzw. vertikal beabstandet voneinander angeordnet. Die Vorrichtung 1 umfasst ferner ein zwischen den Fluid-Düsen 2 angeordnetes Halte-Gerüst 8, welches die Fluid-Düsen 2 gegeneinander abstützt. Das Halte-Gerüst 8 umfasst mehrere Streben 8a, 8b. Jeweils zwei Streben 8a, 8b sind mittels eines Gelenks 8c verschwenkbar zueinander bzw. faltbar miteinander verbunden. Die dem Gelenk 8c gegenüberliegenden Seiten der Streben 8a, 8b sind schwenkbar oder drehbar an jeweils einer ringförmigen Fluid-Düse 2 befestigt. Die Gelenke 8c sind mittig zwischen zwei Fluid-Düsen 2 angeordnet. Durch derartige Gelenke 8c kann die Vorrichtung 1 eingefaltet werden, sodass der Transport und die Installation vor Ort vereinfacht ist. An dem Halte-Gerüst 8 und/oder den Fluid-Düsen 2 ist eine unter Wasser einsetzbare Einrichtung zur Führung der von den Fluid-Düsen erzeugten Gasblasen befestigbar (Einrichtung zur Führung der Gasblasen nicht dargestellt).

[0030] Gemäß Fig. 2 umfasst die dargestellte erfindungsgemäße ringförmige Fluid-Düse 2 mehrere Austrittsöffnungen 14 zur Abgabe von Gas oder gasenthaltender Flüssigkeit. Die Austrittsöffnungen 14 sind in zwei zueinander beabstandeten Reihen angeordnet. Die Austrittsöffnungen 14 einer Reihe sind äquidistant voneinander beabstandet. Ferner umfasst die Fluid-Düse 2 einen Zuführkanal 12, welcher mit den Austrittsöffnungen 14 in Verbindung steht, sodass Gas und/oder Gas enthaltende Flüssigkeit von dem Zuführkanal 12 an die Austrittsöffnungen 14 gelangen kann.

[0031] Die in Fig. 3 angedeuteten Vorhänge 6 bestehen aus solch einem Material und sind derart dimensioniert, dass im Wasser aufsteigende oder sich bewegende Gasblasen im Wesentlichen nicht durch die Vorhänge 6 hindurchtreten können, während im Wesentlichen quer zur Oberfläche der Vorhänge 6 strömendes Wasser mindestens teilweise durch die Vorhänge 6 hindurchtreten kann. Jeder Vorhang 6 weist eine Gewebestruktur auf, welche diese selektive Permeabilität aufweist. Umsetzen lassen sich solche Eigenschaften durch Vorhänge 6, welche aus textilem Stoff ausgebildet sind. Dabei umfassen die Vorhänge 6 einen einseitig aufgenadelten Vliesstoff. Der Vliesstoff weist PET Material auf, jedoch sind auch

andere Kunst- oder Naturfasern vorstellbar, die ähnliche Permeabilitätseigenschaften ausweisen. Die Gewebestruktur weist dabei mindestens eine der folgenden Komponenten auf: Metallische Fasern, Kunststofffaser, Stofffasern, Neopren, Kunststoffolie oder Fasern aus mineralischen Stoffen. Ebenso sind Mischfasern aus verschiedenen Faserkomponenten vorstellbar. Auch eine verwebte Kombination aus verschiedenen Fasertypen hat vorteilhafte Eigenschaften. Die Vorrichtung 1 weist ferner ein Halte-Gerüst 8 auf. Das Halte-Gerüst 8 umfasst mehrere Streben 8a, 8b, welche jeweils mittels eines Gelenks 8c verschwenkbar zueinander bzw. faltbar miteinander verbunden sind. Die Fluid-Düsen 2 sind derart relativ zu den zwei Vorhängen 6 angeordnet, dass die Gasblasen in einen Zwischenraum 10 oder mehrere Zwischenräume zwischen den zwei beabstandeten Vorhängen 6 einbringbar sind. Nachdem die Gasblasen in den Zwischenraum 10 oder die Zwischenräume 10 eingebracht wurden, werden diese durch die mindestens teilweise Nichtdurchlässigkeit für Gase der Vorhänge 6 von diesen geführt, wobei die Ausrichtung der Vorhänge 6 die Strömungsrichtung der Gasblasen beeinflussen und begrenzen kann. Das Halte-Gerüst 8 ist derart ausgebildet ist, dass die Vorhänge 6 sich im Wesentlichen in vertikaler Richtung erstrecken und die Vorhänge 6 im Wesentlichen eine zylindrische Form annehmen. Ferner sind mehrere Fluid-Düsen an dem Halte-Gerüst 8, vorzugsweise vertikal beabstandet zueinander, angeordnet. Die zwei zylindrischen Vorhänge 6 werden besonders vorteilhaft konzentrisch zueinander von dem Halte-Gerüst 8 gehalten. Der Zwischenraum 10 und/oder die Zwischenräume 10 weisen hierdurch im Wesentlichen eine Ringform auf. Neben der Haltefunktion übernimmt das Halte-Gerüst 8 auch die optional mindestens teilweise Spannfunktion der Vorhänge 6. Die Fluid-Düsen 2 sind derart relativ zu den konzentrisch zueinander angeordneten Vorhängen 6 angeordnet, dass die Gasblasen in dem Zwischenraum 10 zwischen den beiden Vorhängen erzeugt werden, insbesondere in diesem aufsteigen. Die Fluid-Düsen 2 weisen dabei einen Zuführkanal und eine Vielzahl Austrittsöffnungen auf, die mit dem Zuführkanal kommunizieren. Der Zuführkanal verläuft im Wesentlichen ringförmig. Die Fluid-Düsen 2 sind Rohrförmig ausgebildet und die Austrittsöffnungen sind entlang einer Reihe an dem Rohr angeordnet. Die Vorrichtungen 1 weist 3 Fluid-Düsen auf, wobei die diese ringförmig ausgebildet und vertikal voneinander beabstandet sind. Die Anzahl von Fluid-Düsen ist nicht auf drei beschränkt. Insbesondere richtet sich die Anzahl der Fluid Düsen nach den Gesamtausmaßen der Vorrichtung und nach dem Einsatzgebiet bzw. -zweck. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Fluid-Düsen als Teil des Halte-Gerüsts ausgeführt sind, sodass diese gleichzeitig auch Halte- und/oder Spannfunktion für die Vorhänge oder Führungssegmente übernehmen können. Die Form der Fluid-Düsen 2 passt sich vorteilhafterweise an die Ausgestaltung der Vorhänge 6 und vorzugsweise auch an die Form des Halte-Gerüsts 8 an. Wie in den Figuren dargestellt sind

zylindrische bzw. ringförmige Ausgestaltungen denkbar, jedoch sind auch rechteckige bzw. vieleckige Strukturen denkbar.

[0032] Gemäß Fig. 4 umfasst die Vorrichtung 1 einen Vorhang 6, welcher an einem Halte-Gerüst 8 befestigt ist. Der Vorhang 6 sowie das Halte-Gerüst 8 sind im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet und umschließen einen Bereich, in welchem Rammarbeiten zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen durchgeführt werden. Der Vorhang 6 umfasst mehrere Bahnsegmente 24, 26. Die einzelnen Bahnsegmente 24, 26 erstrecken sich zwischen der Meeresoberfläche 16 und dem Meeresboden 18. Die Bahnsegmente 24 weisen eine größere Breite als die Bahnsegmente 26 auf. Insbesondere dienen die im Vergleich dünneren Bahnsegmente 26 als Verbindungssegmente der im Vergleich breiteren Bahnsegmente 24. Die Verbindung zwischen den Bahnsegmenten 24 und 26 weist im Wesentlichen keine Lücken auf. Somit kann der Schall, der beim Einrammen der Rammpfähle entsteht, wirksam gedämpft werden. Von den in Fig. 4 dargestellten Rammpfählen 30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f sind die Rammpfähle 30a, 30b, 30c, 30d schon vollständig in den Meeresboden eingerammt worden, wobei der Rammpfahl 30e ca. zur Hälfte in den Meeresboden 18 eingerammt wurde und die Rammarbeiten bei dem Rammpfahl 30f noch ausstehen.

[0033] An der der Meeresoberfläche 16 zugewandten Stirnseite des Vorhangs 6 sind Auftriebselemente 20 angeordnet, welche mittels Koppelgliedern 22 miteinander verbunden sind. Die Auftriebselemente 20 sind derart mittels der Koppelglieder 22 miteinander verbunden und an dem Vorhang 6 und/oder dem Halte-Gerüst 8 befestigt, dass diese im Wesentlichen einen kreisrunden Ring ausbilden. An der dem Meeresboden 18 zugewandten Stirnseite des Vorhangs 6 ist eine Sinkeinrichtung 28 befestigt, welche mittels Gewichten den Sinkvorhang der Vorrichtung 1 in Richtung des Meeresbodens 18 unterstützt hat und zur Aufrechterhaltung der gewünschten Position der Vorrichtung 1 beiträgt.

[0034] Durch das Zusammenwirken der Sinkvorrichtung 28 und den Auftriebselementen 20 wird ein Straffen bzw. Spannen des Vorhangs 6 erreicht, sodass eine Zugänglichkeit des für die Rammarbeiten erforderlichen Bereichs gewährleistet werden kann.

[0035] Gemäß Fig. 5 weist der Vorhang 6 ein Außensegment 6a und ein Innensegment 6b auf. Zwischen dem Außensegment 6a und dem Innensegment 6b sind aus Gel ausgebildete Dämpfungselemente 32 angeordnet, welche über Verbindungsglieder 34 miteinander verbunden sind. Die Dämpfungselemente 32 sind ferner als Kugeln ausgebildet. Durch die Vielzahl der kugelförmigen Dämpfungselement 32 zwischen dem Außensegment 6a und dem Innensegment 6b des Vorhangs 6 sind die Dämpfungseigenschaften des Vorhangs weiter erhöht.

Bezugszeichenliste

[0036]

- 1 Vorrichtung zur Reduktion der Schallimmissionen
- 2 Fluid-Düse
- 4 Einrichtung zur Führung von Gasblasen
- 6 Vorhang
- 6a, 6b Innen- und Außensegment des Vorhangs
- 8 Halte-Gerüst
- 8a, 8b Streben des Halte-Gerüsts
- 8c Gelenk des Halte-Gerüsts
- 10 Zwischenraum
- 12 Zuführkanal
- 14 Austrittsöffnungen
- 16 Meeresoberfläche
- 18 Meeresboden
- 20 Auftriebselement
- 22 Koppelglied
- 24 Bahnsegment des Vorhangs
- 26 Bahnsegment des Vorhangs
- 28 Sinkeinrichtung
- 30a - 30f Rammpfähle
- 32 Dämpfungselement
- 34 Verbindungsglied

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen, mit einer oder mehreren Fluid-Düsen (2) zur Abgabe von Gas oder Gas enthaltender Flüssigkeit zur Erzeugung von Gasblasen,
gekennzeichnet durch eine unter Wasser einsetzbare Einrichtung (4) zur Führung der von den Fluid-Düsen (2) erzeugten Gasblasen.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Führung der Gasblasen (4) mindestens einen Vorhang (6) oder ein Führungssegment aufweist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Vorhang (6) oder das Führungssegment aus einem solchen Material besteht und/oder derart dimensioniert ist, dass im Wasser aufsteigende oder sich bewegende Gasblasen im Wesentlichen durch den Vorhang (6) oder das Führungssegment aufgehalten werden, während im Wesentlichen quer zur Oberfläche des Vorhangs (6) oder das Führungssegment strömendes Wasser mindestens teilweise durch den Vorhang (6) oder das Führungssegment hindurchtreten kann.
4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Vorhang (6) oder das Führungssegment eine Gewebestruktur aufweist und/oder mindestens eine der folgenden Komponenten umfasst: Metallische Fasern, Kunst-

stofffaser, Stofffasern, mineralische Werkstoffe, Neoprengewebe, Kunststofffolie.

5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
gekennzeichnet durch mindestens ein Halte-Gerüst (8), an dem der Vorhang (6) oder das Führungssegment befestigbar ist.
6. Vorrichtung (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das Halte-Gerüst (8) derart ausgebildet ist, dass der Vorhang (6) oder das Führungssegment sich im Wesentlichen in vertikaler Richtung erstreckt und/oder der Vorhang (6) oder das Führungssegment eine im Wesentlichen zylindrische Form aufweist und/oder mehrere Fluid-Düsen (2) an dem Halte-Gerüst (8), vorzugsweise vertikal zueinander beabstandet, angeordnet sind.
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Führung der Gasblasen (4) zwei zueinander beabstandete, insbesondere im montierten Zustand im Wesentlichen konzentrisch zueinander angeordnete Vorhänge (6) oder Führungssegmente aufweist, wobei die Fluid-Düsen (2) relativ hierzu derart angeordnet sind, dass die Gasblasen in den Zwischenraum (10) zwischen den zwei beabstandeten Vorhängen (6) oder Führungssegmenten einbringbar sind.
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fluid-Düsen (2) relativ zu den konzentrisch zueinander angeordneten Vorhängen (6) derart angeordnet sind, dass die Gasblasen in dem Zwischenraum (10) zwischen den zwei beabstandeten Vorhängen (6) erzeugt werden, insbesondere in diesem aufsteigen.
9. Vorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fluid-Düsen (2) einen Zuführkanal (12) und eine Vielzahl von mit diesem Zuführkanal (12) kommunizierenden Austrittsöffnungen (14) aufweisen und/oder Rohr-förmig ausgebildet sind und die Austrittsöffnungen (14) entlang einer Reihe an dem Rohr angeordnet sind.
10. Vorrichtung (1) nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche oder dem Oberbegriff des Anspruchs 1,
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Fluid-Düsen (2) beabstandet zueinander, insbesondere vertikal beabstandet zueinander angeordnet sind.
11. Vorrichtung (1) nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere ringförmige

ge Fluid-Düsen (2) übereinander angeordnet sind und zwei zueinander beabstandete zylindrische Vorhänge (6) von diesen gehalten werden.

12. Vorrichtung (1) zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Vorhang (6), welcher dazu ausgebildet ist Schallimmissionen unter Wasser zu dämpfen, wobei der Vorhang (6) vorzugsweise gemäß Anspruch 3 und/oder 4 ausgebildet ist. 5 10
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorhang (6) mehrere Bahnsegmente (24, 26) umfasst, wobei die Gesamtheit der mehreren Bahnsegmente (24, 26) einen geschlossenen Vorhang ausbilden. 15
14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 13, **gekennzeichnet durch** ein oder mehrere Auftriebs-
elemente (20), welche an dem Vorhang (6) oder dem Führungssegment befestigt sind, wobei mehrere Auftriebs-
elemente (20) **durch** Koppelglieder (22) koppelbar sind. 20 25
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 14, **gekennzeichnet durch** eine Sinkeinrichtung (28), welche an dem Vorhang (6) oder dem Führungssegment befestigt und dazu ausgebildet ist, den Sinkvorgang der Vorrichtung in Richtung des Meeres-
grunds zu unterstützen. 30
16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorhang (6) ein Außensegment (6a) und ein Innensegment (6b) aufweist, wobei zwischen dem Außensegment (6a) und dem Innensegment (6b) eine Vielzahl von Dämpfungselementen (32), insbesondere von zumindest teilweise aus Gel ausgebildeten und/oder im Wesentlichen kugelförmigen Dämpfungselementen, angeordnet ist. 35 40
17. Vorhang (6) für die Verwendung in einer Vorrichtung zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorhang (6) gemäß Anspruch 3, 4, 13 und/oder 16 ausgebildet ist. 45 50
18. Verfahren zur Reduktion der Schallimmissionen bei Rammarbeiten auf See zur Gründung von Fundamenten von Offshore-Windkraftanlagen, in dem Gasblasen aus mindestens einer, vorzugsweise mehreren Fluid-Düsen (2) in das See-Wasser abgegeben werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasblasen von 55

mindestens einer Einrichtung zur Führung der Gasblasen (4) geführt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasblasen von mindestens einem Vorhang (6) oder Führungssegment, vorzugsweise in einem Zwischenraum (10) zwischen zwei beabstandeten Vorhängen (6) oder Führungssegmenten geführt werden.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasblasen mit mindestens einer, vorzugsweise mehreren im Wesentlichen ringförmigen Fluid-Düsen (2) erzeugt werden und einen ringförmigen, vorzugsweise im Wesentlichen zylindrischen Vorhang aus Gasblasen bilden, wobei vorzugsweise mehrere vertikal übereinander angeordnete ringförmige Fluid-Düsen mehrere ringförmige Vorgänge aus Gasblasen bilden.

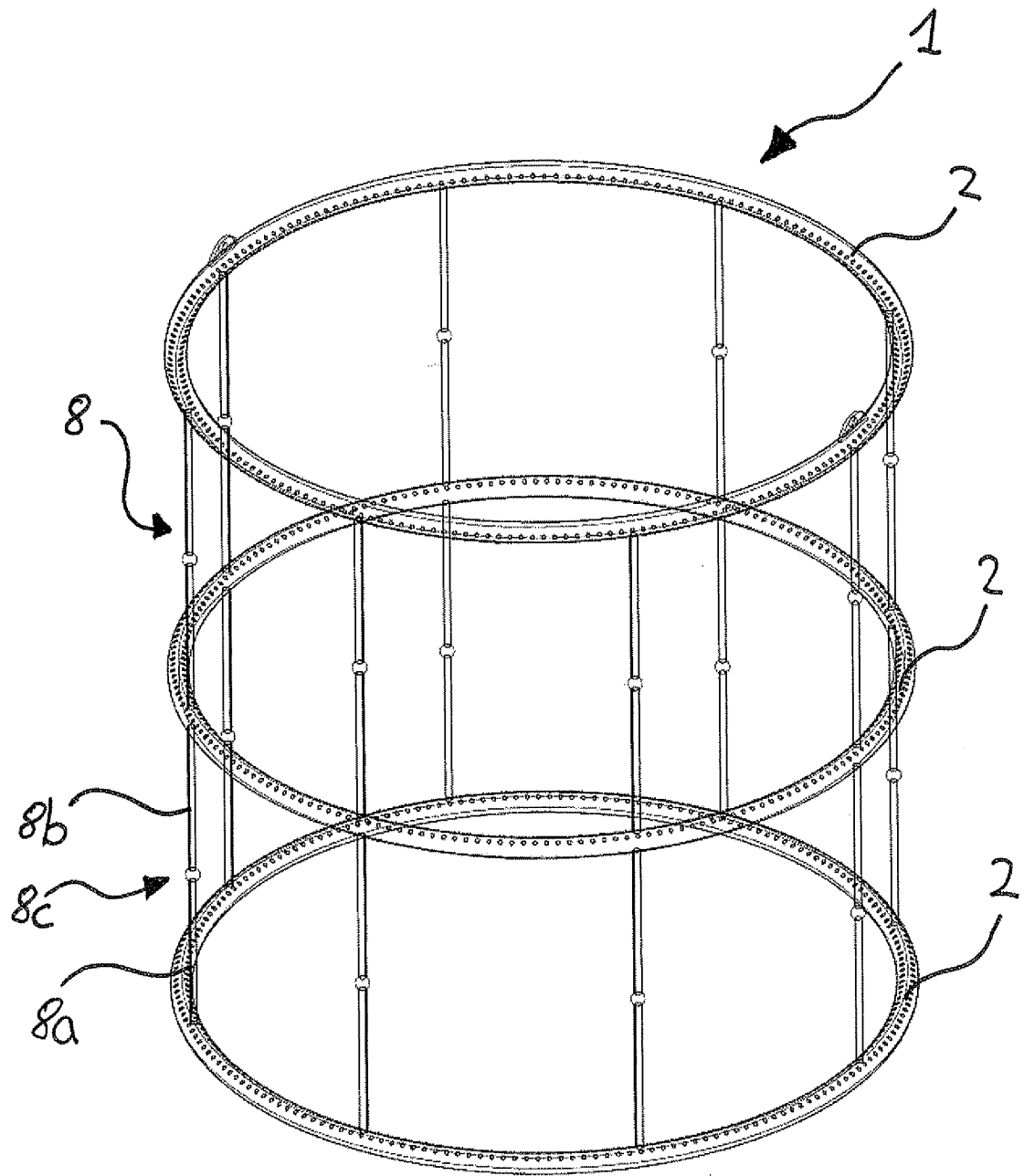


Fig. 1

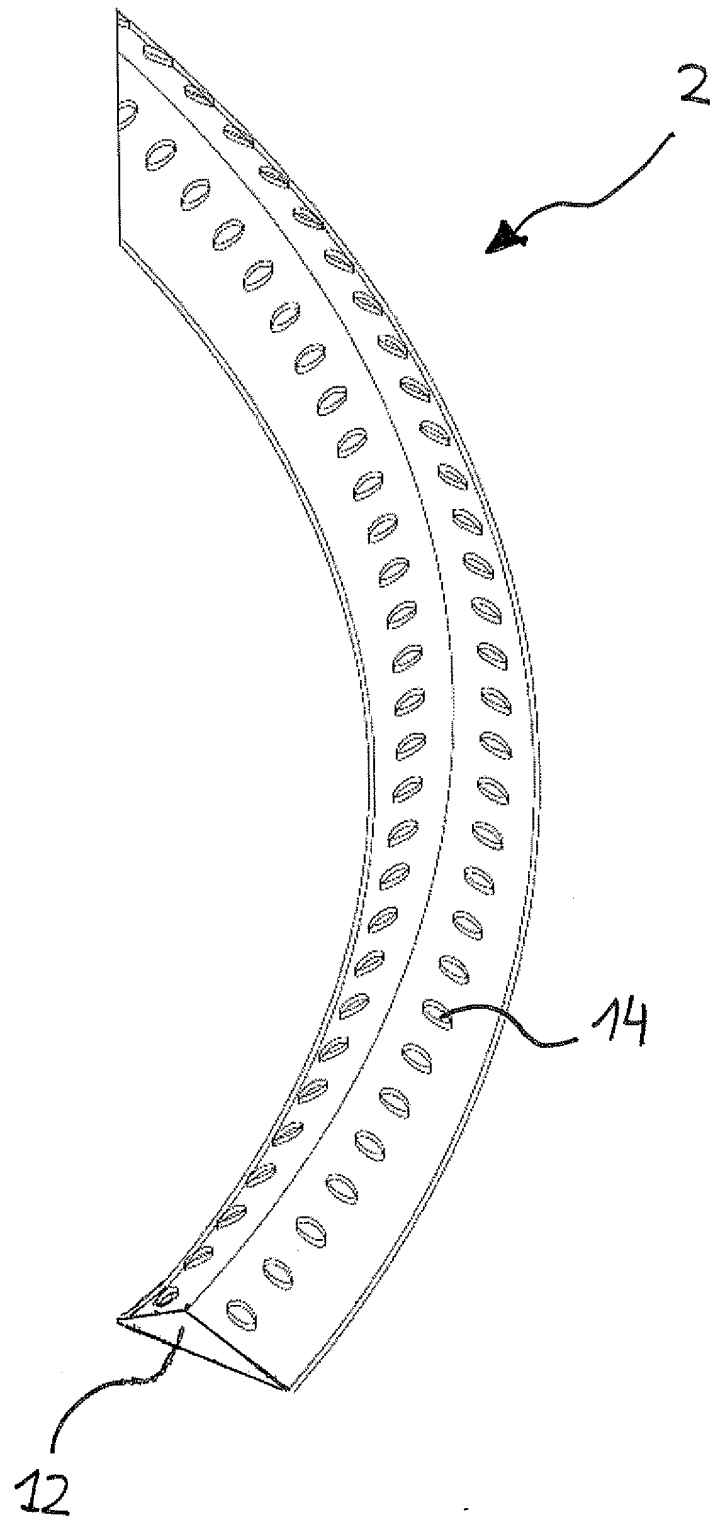


Fig. 2

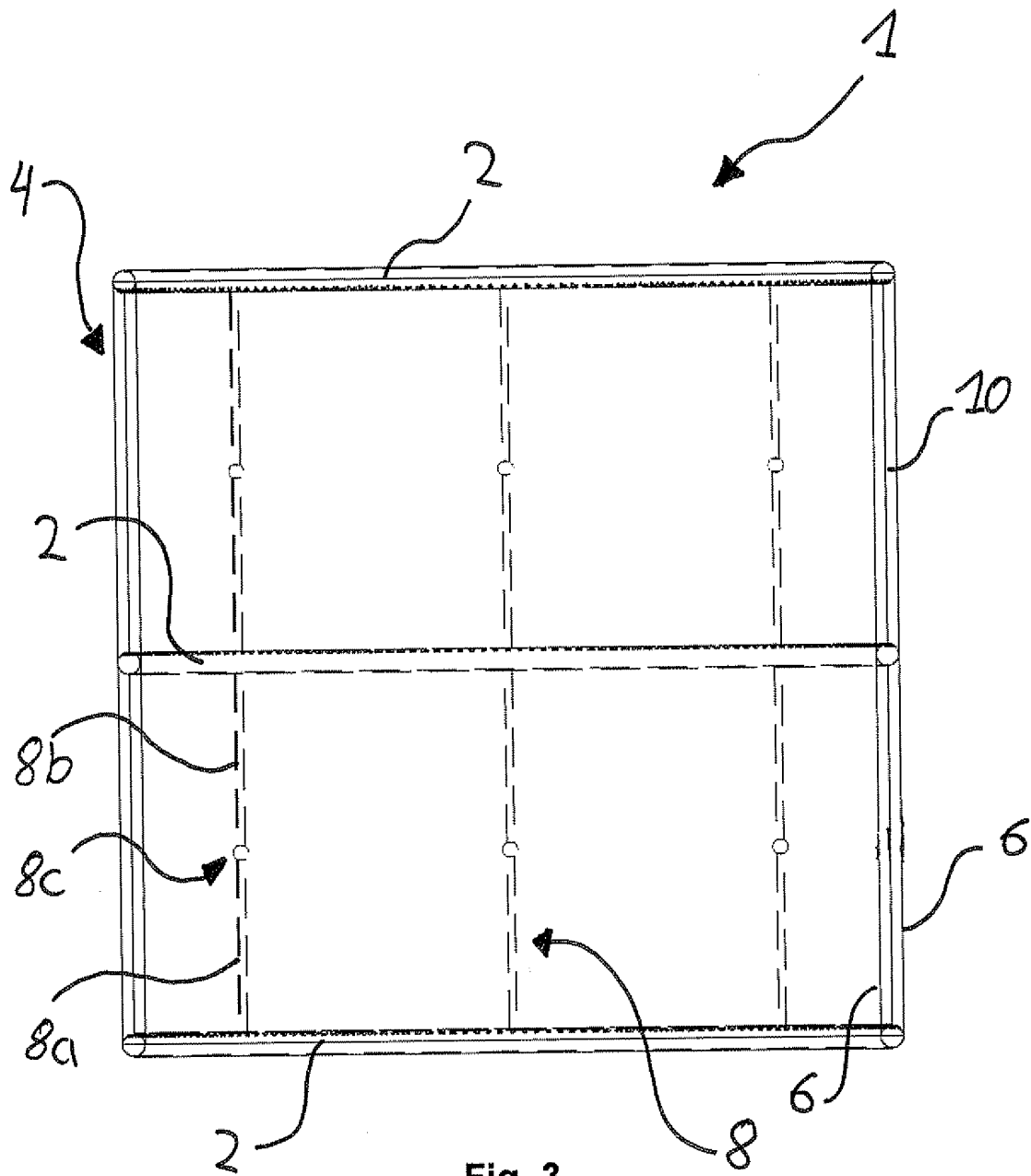


Fig. 3

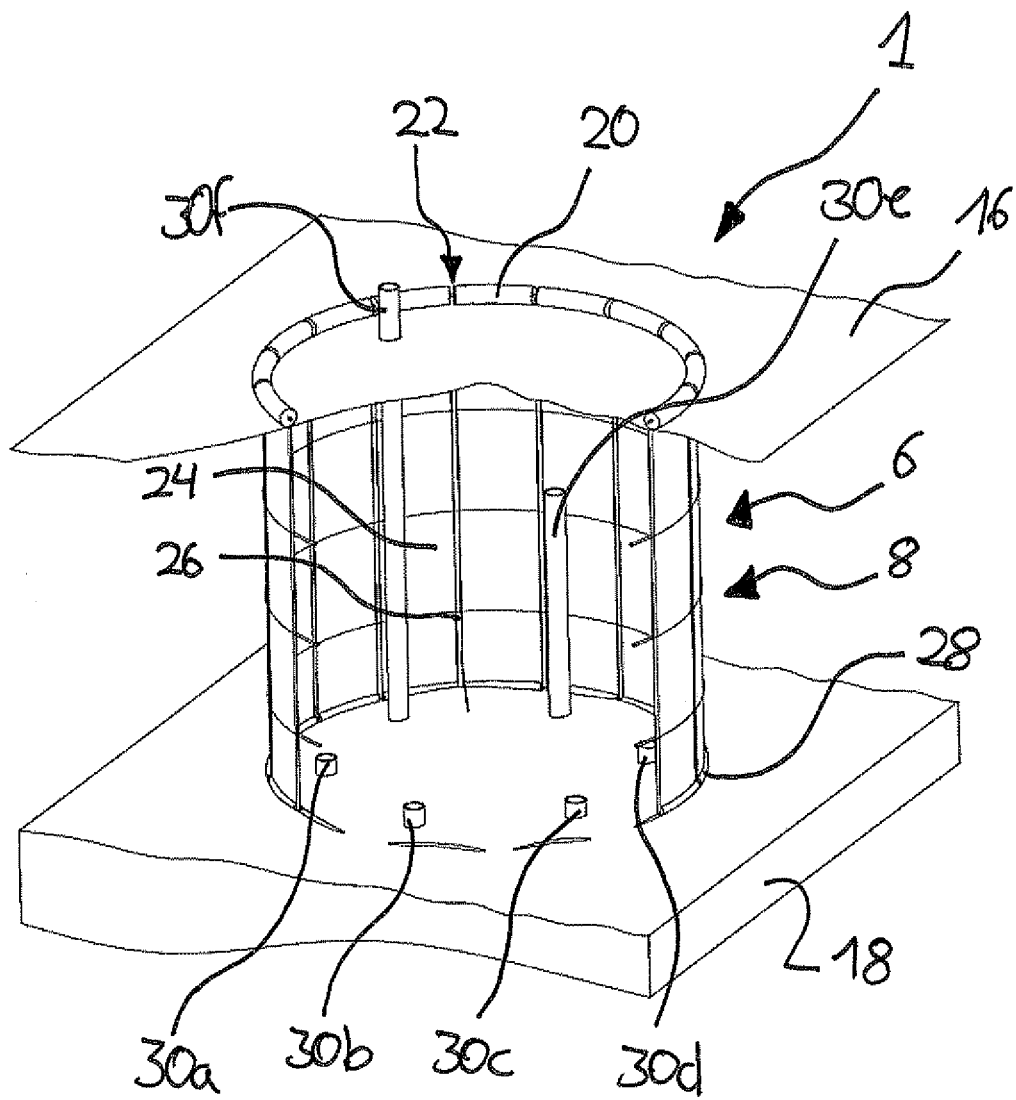


Fig. 4

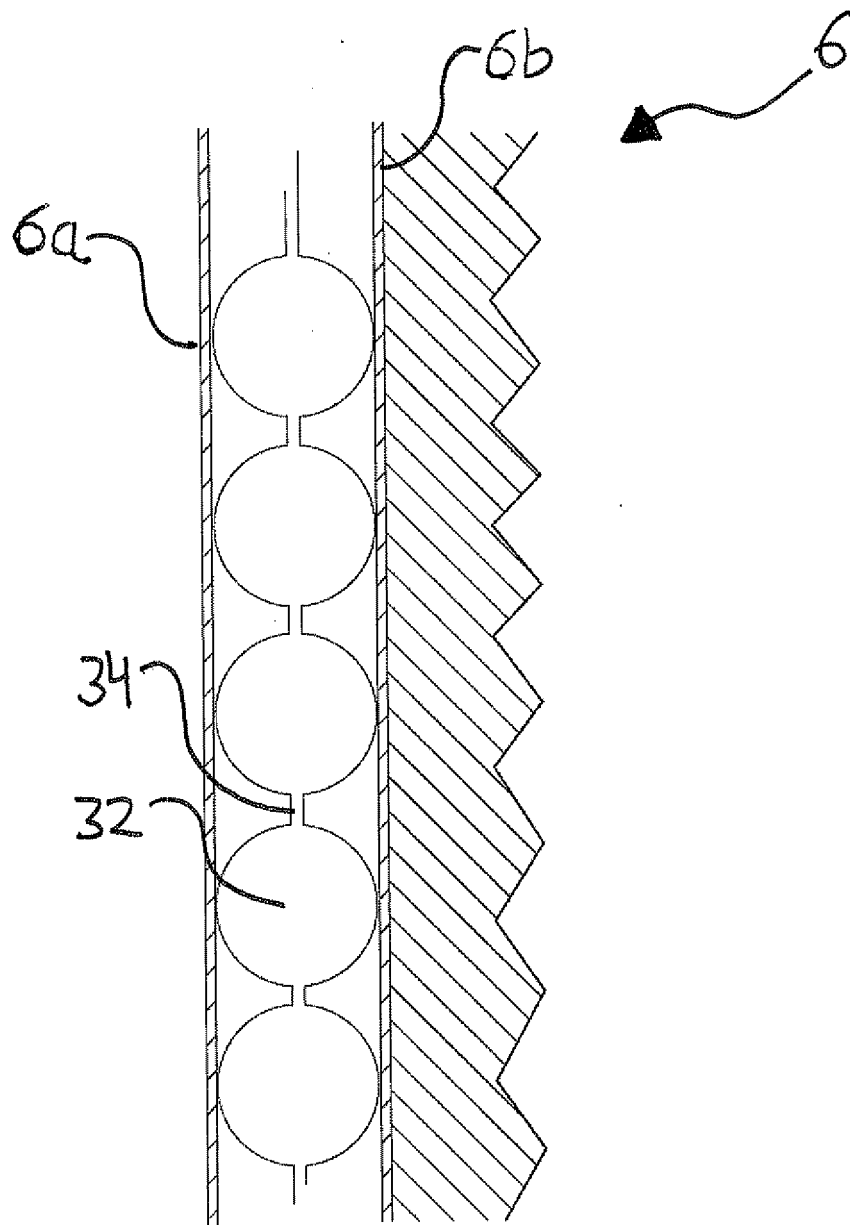


Fig. 5